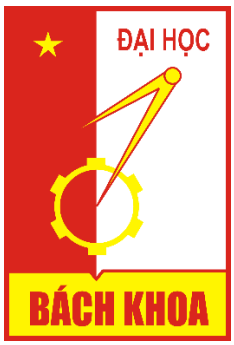
ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

TRƯỜNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

----- ☙ 🕮 ❧ -----



ĐỒ ÁN MÔN HỌC

Đề tài: **Hàm cấp phát bộ nhớ malloc().**

Chương trình kiểm tra cú pháp lệnh MIPS

Giảng viên: **ĐỖ CÔNG THUẦN**

Nhóm sinh viên thực hiện: Nhóm 1

STT	Họ và tên	MSSV
1	Phạm Việt Anh	20225599
2	Mạch Ngọc Đức Anh	20225595

Hà Nội, năm 2024

Phân chia công việc:

Đề tài: Hàm cấp phát bộ nhớ malloc – Mạch Ngọc Đức Anh-20225595

Đề tài: Chương trình kiểm tra cú pháp lệnh MIPS-Phạm Việt Anh - 20225599

CHƯƠNG I : HÀM CẤP PHÁT BỘ NHỚ MALLOC()

I.1 Yêu cầu

1) Việc cấp phát bộ nhớ kiểu word/mảng word có 1 lỗi, đó là chưa bảo đảm qui tắc địa chỉ của kiểu word phải chia hết cho 4. Hãy khắc phục lỗi này.

2) Viết hàm lấy giá trị Word /Byte của biến con trỏ (tương tự như **CharPtr, *BytePtr, *WordPtr*)

3) Viết hàm lấy địa chỉ biến con trỏ (tương tự như *&CharPtr, &BytePtr, &WordPtr*)

4) Viết hàm thực hiện copy 2 con trỏ xâu kí tự (Xem ví dụ về *CharPtr*)

5) Viết hàm tính toàn bộ lượng bộ nhớ đã cấp phát cho các biến động

6) Hãy viết hàm Malloc2 để cấp phát cho mảng 2 chiều kiểu *.word* với tham số vào gồm:

a. Địa chỉ đầu của mảng

b. Số dòng

c. Số cột

7) Tiếp theo câu 6, hãy viết 2 hàm *GetArray[i][j]* và *SetArray[i][j]* để lấy/thiết lập giá trị cho phần tử

ở dòng *i* cột *j* của mảng.

I.2 Ý tưởng thực hiện

1) Khởi tạo vùng nhớ để cấp phát.

2) Xây dựng các hàm theo yêu cầu dựa trên hàm mẫu

I.3 Khởi tạo vùng nhớ , con trỏ và biến đếm bộ nhớ

1)Khai báo các biến liên quan đến vùng nhớ kernel

```
kdata
#Bien chua dia chi dau tien cua vung nho con trong
Sys_TheTopOfFree: .word 1
#Vung khong gian tu do, dung de cap bo nho cho cac bien con.  tro
Sys_MyFreeSpace
```

2)Tạo biến đếm bộ nhớ

```
.text
#Khoi tao bien dem bo nho dung thuc
li $t0, 0
#Khoi tao bien dem bo nho dung sau chuan hoa
```

```
li $t3, 0
```

3) Tạo câu dẫn và con trỏ

```
.data
    CharPtr: .word 0 # Bien con tro, tro toi kieu asciiz
    BytePtr: .word 0 # Bien con tro, tro toi kieu Byte
    WordPtr: .word 0 # Bien con tro, tro toi mang kieu Word
    CpyCharPtr: .word 0
    ArrayWordPtr: .word 0
    MaxDong: .word 5
    MaxCot: .word 5
    Space: .asciiz " -> "
    newline: .asciiz "\n\n"
    Message11: .asciiz "Dia chi o nho CharPtr da chuan hoa la: "
    Message12: .asciiz "Dia chi o nho BytePtr da chuan hoa la: "
    Message13: .asciiz "Dia chi o nho WordPtr da chuan hoa la: "
    Message21: .asciiz " Gia tri cua con tro CharPtr la: "
    Message22: .asciiz " Gia tri cua con tro BytePtr la: "
    Message23: .asciiz " Gia tri cua con tro WordPtr la: "
    Message31: .asciiz " Dia chi cua bien con tro la: "
    Message32: .asciiz " Dia chi cua bien con tro la: "
    Message33: .asciiz " Dia chi cua bien con tro la: "
    Message4: .asciiz "Q4: Dia chi cua con tro va con tro copy la: "
    Message5: .asciiz "Q5: Luong bo nho da cap phat la: "
    Message6: .asciiz "Q6: Luong bo nho sau khi su dung malloc 2 (thuc dung vs chuan hoa): "
    Message71: .asciiz "Q7.1: SetArray[3][3], Set gia tri 1007 cho phan tu vi tri [3][3] cua mang co dia chi la: "
    Message72: .asciiz "Q7.2: GetArray[3][3], Lay gia tri phan tu vi tri [3][3] cua mang: "
    exitMess: .asciiz "The index is out of range”
        endmess: .asciiz "end program "
```

I.4 Khởi tạo các hàm theo yêu cầu

+) Hàm khởi tạo bộ nhớ để cấp phát động

SysInitMem:

```
la $t9, Sys_TheTopOfFree #Lay con tro chua dau tien con trong, khoi tao
la $t7, Sys_MyFreeSpace #Lay dia chi dau tien con trong, khoi tao
sw $t7, 0($t9) #Luu lai
jr $ra
```

+) Hàm malloc

malloc:

```
la $t9, Sys_TheTopOfFree
lw $t8, 0($t9) #Lay dia chi dau tien con trong
sub $t3,$t3,$t8
add $s2, $zero, $a0 # luu gia trij dia chi con tro vao bien tam thoi $s2

li $v0, 34
add $a0, $t8, $zero
syscall

li $v0, 4
la $a0, Space
syscall

    checkDivide4:
li $t4, 4
div $t8, $t4
mfhi $t5
beq $t5, $zero, done
addi $t8, $t8,1
j checkDivide4
done:
add $t3, $t8, $t3
li $v0, 34
```

```
add $a0, $t8, $zero
syscall

li $v0, 4
la $a0, newline
syscall

add $a0, $zero, $s2 #gan lai gia tri bien tam thoi vao lai $a0
sw $t8, 0($a0) #Cat dia chi do vao bien con tro
addi $v0, $t8, 0 #Dong thoi la ket qua tra ve cua ham
mul $t7, $a1, $a2 #Tinh kich thuoc cua mang can cap nhat
add $t0, $t0, $t7
add $t3, $t3, $t7
add $t6, $t8, $t7 #Tinh dia chi dau tien con trong
sw $t6, 0($t9) #Luu tro lai dia chi dau tien do vao bien Sys_TheTopOfFree
jr $ra
```

+)Ham lay gia tri cua bien con tro

```
    getValue:
lw $v0, 0($a0)
jr $ra
```

+)Ham lay dia chi cua bien con tro

```
    getAddress:
add $v0, $zero, $a0
jr $ra
```

+)**Ham Copy 2 con tro xau ki tu**

```
    CopyPointer:
sw $a0, 0($a1)
jr $ra
```

+) Hàm tính số bộ nhớ đã cấp phát

```
    CalculateMemory:
```

```
add $a0, $zero, $t0
jr $ra
    CalculateMemory2:
add $a0, $t3, $zero
jr $ra
```

+)Ham cap phat bo nho dong cho cac bien con tro

```
#  $a0 Chua dia chi dau tien
#  $a1 So dong
#  $a2 So cot
#  $v0 Dia chi cua vung nho can cap nhat
malloc2:
la $t9, Sys_TheTopOfFree
lw $t8, 0($t9) #Lay dia chi dau tien con trong
sub $t3,$t3, $t8
checkDevide4_2:
li $t4, 4
div $t8, $t4
mfhi $t5
beq $t5, $zero, done_2
addi $t8, $t8,1
j checkDevide4_2
done_2:
add $t3,$t3,$t8
sw $t8, 0($a0) #Cat dia chi do vao bien con tro
addi $v0, $t8, 0 #Dong thoi la ket qua tra ve cua ham
mul $t7, $a1, $a2 #Tinh so luong phan tu
mul $t7, $t7, 4 #Tinh kich thuoc bo nho can cung cap
add $t0, $t0, $t7
add $t3, $t3, $t7
add $t6, $t8, $t7 #Tinh dia chi dau tien con trong
sw $t6, 0($t9) #Luu tro lai dia chi dau tien do vao bien Sys_TheTopOfFree
```

```
jr $ra
# $a0 diaChiDau
# $a1 dong
# $a2 cot
# $v0 ketqua
```

Hàm lấy ra giá trị ở dòng i cột j

```
GetArrayAt:
la $t1, MaxDong
lw $t1,0($t1)
la $t2, MaxCot
lw $t2, 0($t2)
mul $t7, $a1, $t2
add $t7, $t7, $a2
mul $t7, $t7, 4
add $a0, $a0, $t7
lw $v0, 0($a0)
jr $ra
```

Hàm thiết lập giá trị ở cột i dòng j

```
SetArrayAt:
la $t1, MaxDong
lw $t1,0($t1)
la $t2, MaxCot
lw $t2, 0($t2)
mul $t7, $a1, $t2
add $t7, $t7, $a2
mul $t7, $t7, 4
add $a0, $a0, $t7
sw $v0, 0($a0)
jr $ra
```

+) Nếu i>maxdong hoac j > maxcot

exit:

li $v0,4

la $a0, exitMess

syscall

li $v0, 10

syscall

+) Kết thúc chương trình

end:

li $v0,4

la $a0, endmess

I.5Chạy với ví dụ

+)Cap phat cho bien con tro, gom 3 phan tu, moi phan tu 1 byte

```
# Cap phat cho bien con tro, gom 3 phan tu, moi phan tu 1 byte
#---------------------------------------
la $a0, CharPtr
addi $a1, $zero, 3
addi $a2, $zero, 1
li $v0, 4
la $a0, Message11
syscall
jal malloc
#---------------------------------------
li $v0, 4
la $a0, Message21
syscall

la $a0, CharPtr
jal getValue
add $a0, $v0, $zero
li $v0, 1
syscall
li $v0, 4
la $a0, newline
syscall
li $v0, 4
la $a0, Message31
syscall
la $a0, CharPtr
jal getAddress
add $a0, $v0, $zero
li $v0, 34
syscall
li $v0, 4
la $a0, newline
syscall
```

+)Cap phat cho bien con tro, gom 6 phan tu, moi phan tu 1 byte

```
76          la $a0, BytePtr
77          addi $a1, $zero, 6
78          addi $a2, $zero, 1
79          li $v0, 100
80          sw $v0, 0($a0)
81          li $v0, 4
82          la $a0, Message12
83          syscall
84          jal malloc
85
86          li $v0, 4
87          la $a0, Message22
88          syscall
89
90          la $a0, BytePtr
91          jal getValue
92          add $a0, $v0, $zero
93          li $v0, 1
94          syscall
95
96          li $v0, 4
97          la $a0, newline
98          syscall
99
100         li $v0, 4
101         la $a0, Message32
102         syscall
103
104         la $a0, BytePtr
105         jal getAddress
106         add $a0, $v0, $zero
107         li $v0, 34
108         syscall
109
110         li $v0, 4
111         la $a0, newline
```

+)Cap phat cho bien con tro, gom 5 phan tu, moi phan tu 4 byte

```
115         #-----------------------------------
116         la $a0, WordPtr
117         addi $a1, $zero, 5
118         addi $a2, $zero, 4
119
120         li $v0, 4
121         la $a0, Message13
122         syscall
123         jal malloc
124
125         li $v0, 4
126         la $a0, Message23
127         syscall
128
129         la $a0, WordPtr
130         jal getValue
131         add $a0, $v0, $zero
132         li $v0, 1
133         syscall
134
135         li $v0, 4
136         la $a0, newline
137         syscall
138
139         li $v0, 4
140         la $a0, Message33
141         syscall
142
143         la $a0, WordPtr
144         jal getAddress
145         add $a0, $v0, $zero
146         li $v0, 34
147         syscall
148
149         li $v0, 4
150         la $a0, newline
```

+)Question 4: Copy hai con tro

```
154         #-----------------------------------
155
156         li $v0, 4
157         la $a0, Message4
158         syscall
159
160         la $a0, CharPtr
161         li $v0, 34
162         syscall
163
164         li $v0, 4
165         la $a0, Space
166         syscall
167
168         la $a0, CharPtr
169         la $a1, CpyCharPtr
170         jal CopyPointer
171         add $a1,$a1,$zero
172         li $v0, 34
173         syscall
174
175         li $v0, 4
176         la $a0, newline
177         syscall
178         #-----------------------------------
```

+)Question 5: Tinh tong bo nho su dung

```
181
182         li $v0, 4
183         la $a0, Message5
184         syscall
185
186         jal CalculateMemory
187         li $v0,1
188         syscall
189         li $v0, 4
190         la $a0, Space
191         syscall
192         jal CalculateMemory2
193         li $v0,1
194         syscall
195
196         li $v0, 4
197         la $a0, newline
198         syscall
```

syscall Issue a syste

+) Cap phat cho mang con tro word 2 chieu, gom 5 dong, 5 cot moi phan tu 4 byte

```
202         la $a0, ArrayWordPtr
203         la $a1, MaxDong
204         lw $a1,0($a1)
205         la $a2, MaxCot
206         lw $a2, 0($a2)
207         jal malloc2
208
209         li $v0, 4
210         la $a0, Message6
211         syscall
212
213         jal CalculateMemory
214         li $v0,1
215         syscall
216         li $v0, 4
217         la $a0, Space
218         syscall
219         jal CalculateMemory2
220         li $v0,1
221         syscall
222
223         li $v0, 4
224         la $a0, newline
225         syscall
226
227         li $v0, 4
228         la $a0, Message71
229         syscall
230
231         li $v0, 1007
232         la $a0, ArrayWordPtr
233         li $a1,6
234         la $s0, MaxDong
235         lw $s0, 0($s0)
236         bge $a1, $s0, exit
```

```
238         la $s0, MaxCot
239         lw $s0, 0($s0)
240         bge $a2, $s0, exit
241         jal SetArrayAt
242         li $v0, 34
243         syscall
244
245         li $v0, 4
246         la $a0, newline
247         syscall
248
249         li $v0, 4
250         la $a0, Message72
251         syscall
252
253         la $a0, ArrayWordPtr
254         li $a1,6
255         la $s0, MaxDong
256         lw $s0, 0($s0)
257         bge $a1, $s0, exit
258         li $a2, 3
259         la $s0, MaxCot
260         lw $s0, 0($s0)
261         bge $a2, $s0, exit
262         jal GetArrayAt
263         add $a0,$v0,$zero
264         li $v0, 1
265         syscall
266
267         li $v0, 4
268         la $a0, newline
269         syscall
270
271         j end
```

Kết quả chạy chương trình

```
Dia chi o nho CharPtr da chuan hoa la: 0x90000004 -> 0x90000004

 Gia tri cua con tro CharPtr la: 0

 Dia chi cua bien con tro la: 0x10010000

Dia chi o nho BytePtr da chuan hoa la: 0x90000007 -> 0x90000008

 Gia tri cua con tro BytePtr la: 100
```

```
 Dia chi cua bien con tro la: 0x10010004

Dia chi o nho WordPtr da chuan hoa la: 0x9000000e -> 0x90000010

 Gia tri cua con tro WordPtr la: 0

 Dia chi cua bien con tro la: 0x10010008

Q4: Dia chi cua con tro va con tro copy la: 0x10010000 -> 0x10010000
```

```
Q5: Luong bo nho da cap phat la: 29 -> 32

Q6: Luong bo nho sau khi su dung malloc 2 (thuc dung vs chuan hoa): 129 -> 132

Q7.1: SetArray[3][3], Set gia tri 1007 cho phan tu vi tri [3][3] cua mang co dia chi la: 0x10010058

Q7.2: GetArray[3][3], Lay gia tri phan tu vi tri [3][3] cua mang: 1007

end program
-- program is finished running (dropped off bottom) --
```

=> Kết quả đúng

+) Trường hợp lấy phần tử [6][3] thì sẽ báo lỗi

```
Q4: Dia chi cua con tro va con tro copy la: 0x10010000 -> 0x10010000

Q5: Luong bo nho da cap phat la: 29 -> 32

Q6: Luong bo nho sau khi su dung malloc 2 (thuc dung vs chuan hoa): 129 -> 132

Q7.1: SetArray[6][3], Set gia tri 1007 cho phan tu vi tri [6][3] cua mang co dia chi la: The index is out of range
-- program is finished running --
```

=> Kết quả đúng

KẾT LUẬN

Với đề tài : Hàm cấp phát bộ nhớ malloc

Chương trình sẽ giúp ta cấp phát bộ nhớ cho các con trỏ và tính số bộ nhớ dùng để cấp phát hay lấy / thiết lập phần tử cho mảng 2 chiều

Kết quả thu được sau khi hoàn thành đồ án :

+) Thành thạo sử dụng ngôn ngữ lập trình hợp ngữ

+) Hiểu rõ bản chất của cấu trúc lệnh và cách thức hoat động của MIPS

+) Cải thiện kĩ năng làm việc nhóm

CHƯƠNG II. Chương trình kiểm tra cú pháp lệnh MIPS

II.1. YÊU CẦU

Trình biên dịch của bộ xử lý MIPS sẽ tiến hành kiểm tra cú pháp các lệnh hợp ngữ trong mã nguồn, xem có phù hợp về cú pháp hay không, rồi mới tiến hành dịch các lệnh ra mã máy. Hãy viết một chương trình kiểm tra cú pháp của 1 lệnh hợp ngữ MIPS bất kì (không làm với giả lệnh) như sau:

- Nhập vào từ bàn phím một dòng lệnh hợp ngữ. Ví dụ: beq s1,31,t4

-Kiểm tra xem mã opcode có đúng hay không? Trong ví dụ trên, opcode là beq là hợp lệ thì hiển thị thông báo "opcode: beq, hợp lệ"

-Kiểm tra xem tên các toán hạng phía sau có hợp lệ hay không? Trong ví dụ trên, toán hạng s1 là hợp lệ, 31 là không hợp lệ, t4 thì khỏi phải kiểm tra nữa vì toán hạng trước đã bị sai rồi.

-Cho biết lệnh hợp ngữ đó thuộc dạng lệnh nào (R, I, J) và cần bao nhiêu chu kì thì mới thực hiện xong.

II.2. Ý tưởng thực hiện

1. Thiết lập tên các câu lệnh , thành phần của từng câu lệnh, dạng lệnh (I,R,J) và chu kỳ của từng câu lệnh

2. Nhập câu lệnh muốn kiểm tra và lưu vào bộ nhớ

3. Tách từng thành phần của câu lệnh và lưu vào bộ nhớ: opcode, operand 1, operand 2, operand 3

4. Kiểm tra từng thành phần của câu lệnh, nếu sai ở thành phần nào thì chương trình sẽ dừng lại và không kiểm tra tiếp. Nếu đúng thì in ra dạng lệnh và số chu kỳ.

II.3. Khởi tạo dữ liệu ban đầu

```
type: .asciiz "x", "r", "i", "f", "l", "s"
register: .asciiz
        "$zero", "$at", "$v0", "$v1", "$a0", "$a1", "$a2", "$a3",
        "$t0", "$t1", "$t2", "$t3", "$t4", "$t5", "$t6", "$t7",
        "$s0", "$s1", "$s2", "$s3", "$s4", "$s5", "$s6", "$s7",
        "$t8", "$t9", "$k0", "$k1", "$gp", "$sp", "$fp", "$ra",
        "$0", "$1", "$2", "$3", "$4", "$5", "$6", "$7", "$8",
        "$9", "$10", "$11", "$12", "$13", "$14", "$15", "$16",
        "$17", "$18", "$19", "$20", "$21", "$22", "$23", "$24",
        "$25", "$26", "$27", "$28", "$29", "$30", "$31", "$32" ,"\0"


float: .asciiz
        "$f0", "$f1", "$f2", "$f3", "$f4", "$f5", "$f6", "$f7",
        "$f8", "$f9", "$f10", "$f11", "$f12", "$f13", "$f14", "$f15",
        "$f16", "$f17", "$f18", "$f19", "$f20", "$f21", "$f22", "$f23",
        "$f24", "$f25", "$f26", "$f27", "$f28", "$f29", "$f30", "$f31", "\0"
```

-Type: chứa các thành phần của lệnh:
Trong đó:

- x: không chưa gì
- r: thanh ghi (register)
- i: số (immediately)
- f: thanh ghi số thực (float)
- l: nhãn dán (label)
- s: thành phần đặc biệt

-Register: chứa tên của 32 thanh ghi và có được sắp xếp

-Float: chứa tên của các thanh ghi làm việc với số thực

```
instructions: .asciiz
        "abs.d","ffx"," ","1",
        "abs.s","ffx"," ","1",
        "add","rrr","R","4",
        "add.d","rrr"," ","1",
        "add.s","rrr"," ","1",
        "addi","rri","I","4",
        "addiu","rri","I","4",
        "addu","rrr","R","4",
        "and","rrr","R","4",
        "andi","rri","I","4",
        "bc1f","lxx"," ","2",
        "bc1t","lxx"," ","2",
        "beq","rrl","I","3",
        "bgez","rlx","I","3",
        "bgezal","rlx","I","3",
        "bgtz","rlx","I","3",
        "blez","rlx","I","3",
        "bltz","rlx","I","3",
        "bltzal","rlx","I","3",
        "bne","rrl","I","3",
        "break","xxx","R","4",
        "c.eq.d","ffx"," ","2",
        "c.eq.s","ffx"," ","2",
        "c.le.d","ffx"," ","2",
        "c.le.s","ffx"," ","2",
        "c.lt.d","ffx"," ","2",
        "c.lt.s","ffx"," ","2",
```

Instructions: chứa các lệnh được sắp xếp theo trình tự trong bảng chữ cái, các thành phần có trong lệnh, dạng lệnh và số chu kỳ thực hiện

```
#character
tab     : "\t"
null    : "\0"
enter   : "\n"
space   : " "
comma   : ","
mark    : "'"
colon   : ":"

#say sth
Message:        .asciiz "Enter an Assembly command: "
Message1:       .asciiz "Type of Instruction: "
valid:          .asciiz "valid"
invalid:        .asciiz "invalid"
say_opcode:     .asciiz "Opcode "
say_operand:    .asciiz "Operand "
say_cycle:      .asciiz "Number of Clock Cycles: "
```

Khởi tạo các ký tự đặc biệt và các câu dẫn dắt khi thực hiện chương trình

II.4. Thực hiện chương trình

Bước 1 : Lấy ra opcode

```
opcode_take:
        addi $s1, $s1, 1
        sb $s2, 0($s1)
        addi $s0, $s0, 1
        lb $s2, 0($s0)
        lb $s3, 0($t0)
        beq $s3, $s2, end_take_opcode
        lb $s3, 0($t1)
        beq $s3, $s2, end_take_opcode
        lb $s3, 0($t2)
        beq $s3, $s2, end_take_opcode
        lb $s3, 0($t3)
        beq $s3, $s2, print_opcode
        j opcode_take
end_take_opcode:
        addi $s0, $s0, 1
        lb $s2, 0($s0)
        lb $s3, 0($t0)
        beq $s3, $s2, end_take_opcode
        lb $s3, 0($t3)
        beq $s3, $s2, end_take_opcode
        lb $s3, 0($t1)
        beq $s3, $s2, end_take_opcode
        lb $s3, 0($t2)
        beq $s3, $s2, end_take_opcode
        la $s4, opr1
        addi $s4, $s4, -1
```

Bước 2 : Lấy ra toán tử đầu tiên

```
opr1_take:
        addi $s4, $s4, 1
        sb $s2, 0($s4)
        addi $s0, $s0, 1
        lb $s2, 0($s0)
        lb $s3, 0($t0)
        beq $s3, $s2, end_take_opr1
        lb $s3, 0($t1)
        beq $s3, $s2, end_take_opr1
        lb $s3, 0($t2)
        beq $s3, $s2, end_take_opr1
        lb $s3, 0($t3)
        beq $s3, $s2, print_opcode
        j opr1_take
end_take_opr1:
        addi $s0, $s0, 1
        lb $s2, 0($s0)
        lb $s3, 0($t0)
        beq $s3, $s2, end_take_opr1
        lb $s3, 0($t3)
        beq $s3, $s2, end_take_opr1
        lb $s3, 0($t1)
        beq $s3, $s2, end_take_opr1
        lb $s3, 0($t2)
        beq $s3, $s2, end_take_opr1
        la $s4, opr2
        addi $s4, $s4, -1
```

Bước 3 : Lấy ra toán tử thứ 2

```
opr2_take:
        addi $s4, $s4, 1
        sb $s2, 0($s4)
        addi $s0, $s0, 1
        lb $s2, 0($s0)
        lb $s3, 0($t0)
        beq $s3, $s2, end_take_opr2
        lb $s3, 0($t1)
        beq $s3, $s2, end_take_opr2
        lb $s3, 0($t2)
        beq $s3, $s2, end_take_opr2
        lb $s3, 0($t3)
        beq $s3, $s2, print_opcode
        j opr2_take
end_take_opr2:
        addi $s0, $s0, 1
        lb $s2, 0($s0)
        lb $s3, 0($t0)
        beq $s3, $s2, end_take_opr2
        lb $s3, 0($t2)
        beq $s3, $s2, end_take_opr2
        lb $s3, 0($t3)
        beq $s3, $s2, end_take_opr2
        lb $s3, 0($t1)
        beq $s3, $s2, end_take_opr2
        la $s4, opr3
        addi $s4, $s4, -1
```

Bước 4 : Lấy ra toán tử cuối cùng và in ra opcode đã lấy ra

```
opr3_take:
        addi $s4, $s4, 1
        sb $s2, 0($s4)
        addi $s0, $s0, 1
        lb $s2, 0($s0)
        lb $s3, 0($t3)
        beq $s3, $s2, print_opcode
        j opr3_take
print_opcode:
        la $s0, instructions
        la $s1, opcode
        li      $v0, 4
        la      $a0, say_opcode
        syscall
        li      $v0, 4
        la      $a0, mark
        syscall
        li      $v0, 4
        la      $a0, opcode
        syscall
        li      $v0, 4
        la      $a0, mark
        syscall
        li      $v0, 4
        la      $a0, colon
        syscall
        li      $v0, 4
        la      $a0, space
        syscall
```

Bước 5 : Kiểm tra opcode đã lưu có hợp lệ hay không bằng cách kiểm tra xem nó có trong phần dữ liệu đã khai báo hay không?

```
check_opcode:
        lb $s2, 0($s0)
        lb $s3, 0($s1)
        bne $s2, $s3, next_opcode
        addi $s0, $s0, 1
        addi $s1, $s1, 1
        lb $s4, 0($s1)
        beqz $s4, opcode_endcheck
        j check_opcode
 next_opcode:
        beqz $s2, next_instruct
        addi $s0, $s0, 1
        lb $s2, 0($s0)
        j next_opcode
next_instruct:
        addi $s0, $s0, 9
        lb $s2, 0($s0)
        beqz $s2, invalid_opcode
        la $s1, opcode
        j check_opcode
opcode_endcheck:
        lb $t9, 0($s0)
        beqz $t9, valid_opcode
```

Bước 6 : Kiểm tra lần lượt 3 toán tử đã lưu xem có đúng với thành phần lệnh đã lưu khi khao báo hay không?

```
check_opr1:
        la $s2, opr1
        lb $t4, 0($s0)
        jal check_type
check_opr2:
        addi $s0, $s0, 1
        la $s2, opr2
        lb $t4, 0($s0)
        jal check_type
check_opr3:
        addi $s0, $s0,1
        la $s2, opr3
        lb $t4, 0($s0)
        jal check_type
        j print_type
```

Kiểm tra lần lượt từng thành phần so với type

```
check_type:
        la $s4, register
        la $s3, type
        lb $t5, 0($s3)
        beq $t4, $t5, x_check
        li      $v0, 4
        la      $a0, say_operand
        syscall
        li      $v0, 4
        la      $a0, mark
        syscall
        li      $v0, 4
        addi    $a0, $s2, 0
        syscall
        li      $v0, 4
        la      $a0, mark
        syscall
        li      $v0, 4
        la      $a0, colon
        syscall
        li      $v0, 4
        la      $a0, space
        syscall
        addi $s3, $s3, 2
        lb $t5, 0($s3)
        beq $t4, $t5, check_r
        addi $s3, $s3, 2
        lb $t5, 0($s3)
        beq $t4, $t5,check_i

addi $s3, $s3, 2
lb $t5, 0($s3)
beq $t4, $t5,check_f
addi $s3, $s3, 2
lb $t5, 0($s3)
beq $t4, $t5,check_l
addi $s3, $s3, 2
lb $t5, 0($s3)
la $s4, register
beq $t4, $t5,check_s
```

Bước 7 : Kiểm tra với từng thành phần

Kiểm tra thành phần rỗng (x)

```
x_check:
        lb $t6, 0($s2)
        bnez $t6, invalid_x
        jr $ra
invalid_x:
        li      $v0, 4
        la      $a0, say_operand
        syscall
        li      $v0, 4
        la      $a0, mark
        syscall
        li      $v0, 4
        addi    $a0, $s2, 0
        syscall
        li      $v0, 4
        la      $a0, mark
        syscall
        li      $v0, 4
        la      $a0, colon
        syscall
        li      $v0, 4
        la      $a0, space
        syscall
```

Kiểm tra thành phần thanh ghi (r)

```
check_r:
         la $s4, register
         add $s7, $s2, $0
         j r_loop
r_loop:
        lb $t5, 0($s4)
        lb $t6, 0($s7)
        bne $t5, $t6, r_next
        addi $s4, $s4, 1
        addi $s7, $s7, 1
        lb $t8, 0($s7)
        beqz $t8, return_valid
        j r_loop
r_next:
        addi $s4, $s4, 1
        lb $t7, 0($s4)
        bnez $t7, r_next
        addi $s4, $s4, 1
        lb $t7, 0($s4)
        beqz $t7, return_invalid
        add $s7, $s2, $0
        j r_loop
```

Kiểm tra thành phần số nguyên (i)

```
check_i:
        lb $t5, 0($s2)
        beq $t5, '-', i_next
        beq $t5, '+', i_next
i_loop:
        lb $t9, 0($s2)
        blt $t9, 0x30, return_invalid
        bgt $t9, 0x39, return_invalid
        addi $s2, $s2, 1
        lb $t9, ($s2)
        beqz $t9, return_valid
        j i_loop
i_next:
        addi $s2, $s2, 1
        j check_i
```

Kiểm tra thành phần thanh ghi số thực (f)

```
check_f:
         la $s4, float
         add $s7, $s2, $0
         j f_loop
f_loop:
        lb $t5, 0($s4)
        lb $t6, 0($s7)
        bne $t5, $t6, f_next
        addi $s4, $s4, 1
        addi $s7, $s7, 1
        lb $t8, 0($s7)
        beqz $t8, return_valid
        j f_loop
f_next:
        addi $s4, $s4, 1
        lb $t7, 0($s4)
        bnez $t7, f_next
        addi $s4, $s4, 1
        lb $t7, 0($s4)
        beqz $t7, return_invalid
        add $s7, $s2, $0
        j f_loop
```

Kiểm tra thành phần nhãn dán (l)

```
check_l:
        lb $t5, 0($s2)
        addi $s2, $s2, 1
        blt $t5, 'A', return_invalid
        ble $t5,'Z', l_next
        blt $t5, 'a', return_invalid
        ble $t5,'z', l_next
l_loop:
        lb $t5, 0($s2)
        beq $t5, '_', i_next
        blt $t5,'A', return_invalid
        ble $t5, 'Z', l_next
        blt $t5,'a', return_invalid
        ble $t5, 'z',l_next
l_next:
        addi $s2, $s2, 1
        lb $t5, 0($s2)
        beqz $t5, return_valid
        j l_loop
```

Kiêm tra thành phần đặc biệt (s)

```
check_s:
        lb $t5, 0($s2)
        beq $t5, '+', s_next
        beq $t5, '-', s_next
s_loopnumber:
        beq $t5, '(', s_rcheck
        blt $t5, '0', return_invalid
        bgt $t5, '9', return_invalid
s_next:
        addi $s2, $s2, 1
        lb $t5, 0($s2)
        beqz $t5, return_valid
        j s_loopnumber
s_rcheck:
         addi $s2, $s2, 1
         add $s7, $s2, $0
         j s_rloop
s_rloop:
        lb $t5, 0($s4)
        lb $t6, 0($s7)
        bne $t5, $t6, s_rnext
        addi $s4, $s4, 1
        addi $s7, $s7, 1
        lb $t8, 0($s7)
        beq $t8, ')', return_valid
        j s_rloop

s_rnext:
        addi $s4, $s4, 1
        lb $t7, 0($s4)
        bnez $t7, s_rnext
        addi $s4 , $s4 , 1
        lb $t7, 0($s4)
        beqz $t7, return_invalid
        add $s7, $s2, $0
        j s_rloop
```

Bước 8 : In ra dạng lệnh và số chu kỳ thực hiện lệnh

```
print_type:
       addi $s0, $s0, 2
       lb $t5, 0($s0)
       beq $t5, ' ', clock_cycles
       li      $v0, 4
       la      $a0, Message1
       syscall
       li $v0, 11
       add  $a0, $t5, $0
       syscall
clock_cycles:
       addi $s0, $s0, 2
       lb $t5, 0($s0)
       li      $v0, 4
       la      $a0, enter
       syscall
       li      $v0, 4
       la      $a0, say_cycle
       syscall
       li $v0, 11
       add  $a0, $t5, $0
       syscall
       j endmain
```

II.5. Kết quả mô phỏng

TH 1 : Với dữ liệu đầu vào là add $t2, $t3, $t4

Ta thu được kết quả sau :

```
Enter an Assembly command:  add $t2, $t3, $t4
Opcode 'add': valid
Operand '$t2': valid
Operand '$t3': valid
Operand '$t4': valid
Type of Instruction: R
Number of Clock Cycles: 4
```

⇨ Kết quả đúng

TH2 : Với dữ liệu đầu vào là sb $t2, -45($f2)

Ta thu được kết quả sau :

```
Enter an Assembly command: sb $t2, -45($f2)
Opcode 'sb': valid
Operand '$t2': valid
Operand '-45($f2)': invalid
-- program is finished running (dropped off bottom) --
```

⇨ Kết quả đúng

TH3 : Với dữ liệu đầu vào là j vietanh

Ta thu được kết quả sau :

```
Enter an Assembly command: j vietanh
Opcode 'j': valid
Operand 'vietanh': valid
Type of Instruction: J
Number of Clock Cycles: 3
-- program is finished running (dropped off bottom) --
```

⇨ Kết quả đúng

KẾT LUẬN

Với đề tài : Chương trình kiểm tra cú pháp lệnh MIPS

Chương trình giúp ta kiểm tra tính hợp lý của các câu lệnh trước khi dịch câu lệnh đó sang mã máy (machine code) giúp tiết kiệm thời gian và tiết kiệm dung lượng bộ nhớ

Kết quả thu được sau khi hoàn thành đồ án :

+) Thành thạo sử dụng ngôn ngữ lập trình hợp ngữ

+) Hiểu rõ bản chất của cấu trúc lệnh và cách thức hoat động của MIPS

+) Cải thiện kĩ năng làm việc nhóm

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Tài liệu: https://en.wikipedia.org/wiki/Cycles_per_instruction

[2] Tài liệu: Computer Organization and Design 4th